

U.S. PATENT APPLICATION

Inventor(s): Roland GABRIEL
Maximilian GÖTTL
Jorg LANGENBERG
Jurgen RUMOLD

Invention: ANTENNENANORDNUNG SOWIE VERFAHREN INSBESONDERE ZU
DEREN BETRIEB

***NIXON & VANDERHYE P.C.
ATTORNEYS AT LAW
1100 NORTH GLEBE ROAD, 8TH FLOOR
ARLINGTON, VIRGINIA 22201-4714
(703) 816-4000
Facsimile (703) 816-4100***

SPECIFICATION

5 Antennenanordnung sowie Verfahren insbesondere zu deren Betrieb

10 Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung sowie ein Verfahren insbesondere zu deren Betrieb.

15 Insbesondere die für eine Basisstation vorgesehenen Mobilfunkantennen umfassen üblicherweise eine Antennenanordnung mit einem Reflektor, vor welchem in Vertikalrichtung versetzt zueinander liegend eine Vielzahl von Strahlerelementen vorgesehen sind. Diese können beispielsweise in einer oder zwei senkrecht zueinander stehenden Polarisationen strahlen und empfangen. Die Strahlerelemente können dabei
20 zum Empfang lediglich in einem Frequenzband ausgebildet sein. Die Antennenanordnung kann aber auch als Multiband-Antenne ausgebildet sein, beispielsweise zum Senden und Empfangen zweier versetzt zueinander liegender Frequenzbänder. Auch sogenannte Triband-Antennen sind grundsätzlich
25 lich bekannt.

Bekanntermaßen ist das Mobilfunknetz zellenförmig gestaltet, wobei jeder Zelle eine entsprechende Basisstation mit

zumindest einer Mobilfunkantenne zum Senden und Empfangen zugeordnet ist. Die Antennen sind dabei so aufgebaut, dass sie in der Regel in einem bestimmten Winkel gegenüber der Horizontalen mit nach unten gerichteter Komponente strahlen, wodurch eine bestimmte Zellengröße festgelegt wird. Dieser Absenkwinkel wird bekanntermaßen auch als Downtilt-Winkel bezeichnet.

Aus der WO 01/13459 A1 ist von daher bereits eine Phasenschieberanordnung vorgeschlagen worden, bei welcher bei einem einspaltigen Antennenarray mit mehreren übereinander angeordneten Strahlern der Downtilt-Winkel kontinuierlich unterschiedlich einstellbar ist. Gemäß dieser Vorveröffentlichung werden dazu Differenz-Phasenschieber verwendet, die bei unterschiedlicher Einstellung bewirken, dass die Laufzeitlänge und damit die Phasenverschiebung an den beiden Ausgängen eines jeweiligen Phasenschiebers in unterschiedlicher Richtung verstellt werden, wodurch sich der Absenkwinkel einstellen lässt.

Dabei kann die Ein- und Verstellung des Phasenschieberwinkels manuell oder mittels einer fernsteuerbaren Nachrüst-Einheit durchgeführt werden, wie dies beispielsweise gemäß der DE 101 04 564 C1 bekannt ist.

Wenn sich die sogenannte Verkehrsdichte ändert oder beispielsweise benachbart zu einer Zelle eine weitere Basisstation zur Antenne hinzukommt, so kann durch bevorzugt fernsteuerbare Absenkung eines Downtilt-Winkels und Verkleinerung der Zelle eine nachträgliche Anpassung an veränderte Gegebenheiten vorgenommen werden.

Eine derartige Veränderung eines Downtilt-Winkels ist aber

nicht für alle Fälle die einzige oder ausreichende Lösung.

5 So weisen Mobilfunkantennen beispielsweise ein fest eingestelltes Horizontaldiagramm auf, beispielsweise mit einer Halbwertsbreite von 45°, 65°, 90° etc. Hier ist eine Anpassung an standortspezifische Gegebenheiten nicht möglich, da eine nachträgliche Diagrammänderung in horizontaler Richtung nicht realisiert werden kann.

10 Allerdings gibt es grundsätzlich auch Mobilfunk-Basisstationsantennen mit veränderbaren Diagrammen durch intelligente Algorithmen in der Basisstation selbst. Dies erfordert beispielsweise die Verwendung einer sogenannten Butler-Matrix (worüber beispielsweise ein Antennenarray
15 mit mehreren Einzelstrahlern angesteuert werden kann, die z.B. in vier Spalten übereinander mit Vertikalversatz angeordnet sind). Derartige Antennenanordnungen umfassen jedoch einen enorm großen Aufwand an Antennenzuleitungen zwischen der Basisstation zum einen und der Antenne bzw.
20 den Antennenelementen zum anderen, wobei für jede Spalte ein eigenes Speisekabel und bei + 45° und - 45° Grad polarisierten, sogenannten dualpolarisierten Antennen, in X-förmiger Ausrichtung pro Spalte zwei hochwertige Antennenkabel erforderlich sind. Dies führt zu einem hohen Grundpreis und einer teuren Montage. Schließlich werden sehr aufwendige Algorithmen-Schaltungen der Basisstation benötigt, wodurch sich die Gesamtkosten nochmals erhöhen.

30 Eine Antennenanordnung mit Möglichkeiten zur Leistungsaufteilung und zur Einstellung unterschiedlicher Phasenlagen der einzelnen Strahler zuführbaren Signalen ist grundsätzlich auch aus der WO 02/05383 A1 bekannt geworden. Die Antenne umfasst ein zweidimensionales Antennenarray mit

Strahlerelementen und einem Speisetzwerk. Das Speisetzwerk umfasst eine Downtilt-Phaseneinstelleinrichtung sowie eine Azimutphaseneinstelleinrichtung mit einer Einrichtung zur Einstellung der Strahlerbreite (Keulbreite). Zur Änderung der Strahlbreite erfolgt eine entsprechende unterschiedliche Leistungsaufteilung auf Strahlerelemente, die in horizontaler Richtung versetzt zueinander liegen. Zur Einstellung einer unterschiedlichen Azimutstrahlrichtung sind Phasenschiebereinrichtungen vorgesehen, um die Abstrahlrichtung entsprechend einzustellen.

Demgegenüber ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Antennenanordnung sowie ein Verfahren zu deren Betrieb zu schaffen, die eine Diagrammformung, insbesondere in horizontaler Richtung ermöglicht, vor allem auch in Form einer nachträglich noch durchführbaren Diagrammänderung. Dies soll bevorzugt bei geringem Aufwand an den benötigten Speisekabeln möglich werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß bezüglich der Antennenanordnung entsprechend den im Anspruch 1 bzw. 2 angegebenen Merkmalen und bezüglich des Verfahrens entsprechend dem im Anspruch 23 bzw. 24 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Lösung geht also von dem Gedanken aus, dass die Antenne zumindest zwei Antennensysteme mit jeweils zumindest einem Antennenstrahler, d.h. z.B. zumindest jeweils einem Antennenelement, umfasst, wobei nunmehr die gesamte Sendeenergie entweder nur einem der beiden Antennensysteme zugeführt wird oder aber eine Leistungsteilung nunmehr unterschiedlich einstellbar ist, bis

hin zu einer 50:50 Aufteilung der Leistungsenergie auf beide Antennensysteme. In Abhängigkeit der unterschiedlichen Anteile der zugeführten Energie lässt sich dadurch die Diagrammformung vor allem in horizontaler Richtung
5 verändern und die Halbwertsbreite an einer Antenne von beispielsweise 30° bis 100° verändern. Zusätzlich kann durch vorgesehene Phasenschieber die Phasenlage der Signale verändert werden, um eine spezielle Diagrammformung zu erreichen.

10 Werden beispielsweise die zumindest beiden Antennenelemente mit Horizontalversatz nebeneinander bevorzugt an einem gemeinsamen Reflektor angeordnet, strahlen also in einer gemeinsamen Polarisationssebene, so lässt sich dadurch das
15 Horizontaldiagramm der Antenne einstellen. Werden die Signale beispielsweise einem Antennenarray mit zumindest zwei Spalten und mehreren jeweils übereinander angeordneten Strahlerelementen zugeführt, so können je nach Intensitäts- und Phasenaufteilung unterschiedliche Horizontal-
20 zontaldiagramme für dieses Antennenarray erzielt werden.

Völlig überraschend ist jedoch, dass es mit der erfindungsgemäßen Antennenanordnung bzw. mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zum Betrieb einer derartigen Antennen-
25 anordnung, möglich wird, beispielsweise unsymmetrische Horizontaldiagramme zu erzeugen, und zwar sogar bei Fernfeldbetrachtung ! Ferner ist es möglich, Horizontaldiagramme zu erzeugen, die zwar symmetrisch sind, die also zu einer vertikal zur Reflektorebene verlaufenden Ebene sym-
30 metrisch angeordnet sind, bei denen allerdings in dieser vertikalen Symmetrieebene liegend die Sendesignale nur mit vergleichsweise geringer Energie ausgestrahlt werden. So ist es ferner möglich, zu dieser Ebene symmetrisch liegend

zum Beispiel zwei, vier etc. Hauptkeulen zu erzeugen, die in winkelliger Ausrichtungslage eher nach links und eher nach rechts abstrahlen und dazwischenliegend vorzugsweise in der vertikal zur Reflektorebene befindlichen Ebene, die
 5 an sich der Hauptausstrahlungsebene im normalen Falle entsprechen würde, die Antennenanordnung mit deutlich geringerer Energie ausstrahlt !

Genauso sind aber Horizontaldiagramme erzeugbar, die beispielsweise eine ungerade Anzahl von Hauptkeulen aufweisen, und dabei gegebenenfalls symmetrisch zu einer senkrecht zur Reflektorebene verlaufenden Ebene angeordnet sind. Dabei kann eine Hauptkeulenrichtung bevorzugt in der vertikalen Symmetrieebene oder Ebene senkrecht zur Reflektorebene liegen. Jeweils zumindest eine weitere Hauptkeule
 15 liegt auf der linken sowie der rechten Seite der senkrecht zur Reflektorebene stehenden Ebene. Die dazwischen befindlichen Intensitätsminimas können beispielsweise um nur weniger als 10 db, insbesondere 6 db und weniger als 3 db
 20 abfallen. Durch die erfindungsgemäße Antennenanordnung sowie deren Betrieb ist es also möglich, je nach den Besonderheiten vor Ort bestimmte Zonen mit höherer Sendintensität auszuleuchten und dabei andere Bereiche eher "auszublenden" und nur mit geringerer Intensität zu be-
 25 strahlen. Dies bietet Vorteile beispielsweise dann, wenn in Bereichen, in denen sich Schulen, Kindergärten etc. befinden, das Horizontaldiagramm so angepasst wird, dass diese Bereiche nur sehr viel schwächer ausgeleuchtet werden.

30

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist sogar vorgesehen, dass eine unterschiedliche Diagrammformung einer Antenne einmal für den Sendefall und

davon abweichend für den Empfangsfall erzeugt wird. Mit anderen Worten sind die Horizontaldiagramme für den Sende- und Empfangsfall unterschiedlich gestaltet. So kann durch ein erfindungsgemäß optimal an die Umgebung angepasstes

5 Horizontaldiagramm in Sendefall berücksichtigt sein, dass im Ausstrahlungsgebiet befindliche sensible Einrichtungen wie Kindergärten, Schulen, Krankenhäuser etc. in einem Bereich oder Gebiet liegen, das von einer Mobilfunkantenne mit nur geringerer Intensität versorgt wird, wohingegen

10 allerdings das Horizontaldiagramm für den Empfangsfall so ausgelegt ist, dass im gesamten Einzugsbereich einer entsprechenden Mobilfunkantenne in einer Zelle die eingehenden Signale mit entsprechend optimal ausgelegten Horizontal-

15 taldiagrammen empfangen werden können.

Bevorzugt wird die erfindungsgemäße Intensitäts- und Phasenaufteilung durch Verwendung einer Phasenschieberanordnung, d.h. zumindest eines Phasenschiebers, vorzugsweise eines Differenzphasenschiebers, und einer nachfolgenden

20 Hybridschaltung, insbesondere einem 90° Hybrid, realisiert. Dies hat zur Folge, dass beispielsweise ein einem Phasenschieber zugeführtes Signal vorgegebener Intensität an den beiden Ausgängen des Differenzphasenschiebers so aufgeteilt wird, dass die Intensitäten der Signale an beiden

25 Ausgängen gleich, die Phase aber unterschiedlich ist. Werden diese beiden Signalen den beiden Eingängen eines nachgeschalteten 90° -Hybrids zugeführt, so hat dies am Ausgang des Hybrids zur Folge, dass nunmehr die Phasen wieder gleich sind, die Intensitäten oder Amplituden der

30 Signale aber unterschiedlich sind. Dadurch lässt sich durch unterschiedliche Phaseneinstellungen am Phasenschieber die den zumindest beiden Phasenschiebern zugeführte Energie von beispielsweise 1:0 bis 1:1 aufteilen. Durch

einen weiteren optionalen nachschaltbaren Phasenschieber lässt sich zusätzlich die Phasenlage beeinflussen und die Richtung des Diagramms verändern.

5 Zusammengefasst lassen sich mit dem erfindungsgemäßen System beispielsweise folgende Vorteile realisieren:

- 10 - Mit dem erfindungsgemäßen Antennensystem lassen sich standortspezifische Antennendiagramme vor Ort erzeugen.
- Bei Bedarf kann das Antennendiagramm jederzeit wieder geändert werden, beispielsweise dann, wenn eine neue Netzplanung vorgesehen wird, ohne dass die Antenne selbst ausgetauscht werden muss.
- 15 - Bei der Inbetriebnahme kann eine einfache Anpassung des Antennendiagramms beispielsweise durch Fernsteuerung in der Basisstation vorgenommen werden. Dabei sind keine manuellen Änderungen der Antenne am Mast, wie z.B. Ausrichtung der Antenne
20 etc. notwendig, wodurch die Kosten drastisch verringert werden.
- Es lassen sich leicht voreingestellte Diagramme durch vorgebbare feste Parameter in der Steuerung realisieren.
- 25 - Es sind ebenso auch zeitlich unterschiedliche Diagramme durch automatische Steuerung einstellbar (z.B. in Abhängigkeit gegebener Unterschiede in der Versorgung des jeweiligen Standortes in Abhängigkeit anderer Tageszeiten, wie beispielsweise
30 morgens und abends etc.).
- Auch bei Nachrüstung des erfindungsgemäßen Systems können die Basisstationen weiter verwendet werden. Es muss lediglich nur ein einfacher Austausch der

Antenne an der Basisstation durchgeführt werden.

- Es lassen sich unterschiedliche Diagramme für den Sende- und Empfangsfall realisieren.
- Es lassen sich vor allem sensible Bereich mit eher
5 geringerer Energie und andere Bereiche mit höherer Energie versorgen.
- Es lassen sich unsymmetrische Horizontaldiagramme erzeugen.
- Es lassen sich symmetrische Horizontaldiagramme
10 erzeugen, die mit mehreren Hauptkeulen so überlagert sind, dass die Energieleistung der ersten, zweiten und beispielsweise dritten Keule in drei unterschiedlichen Azimutrichtungen in dem Horizontaldiagramm sich von ihrer Energieleistung um we-
15 niger als 50%, insbesondere weniger als 40%, 30% oder auch weniger als 20% oder gar 10% unterscheiden.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Zeichnungen
20 näher erläutert. Dabei zeigen im Einzelnen:

Figur 1: eine schematische Ansicht einer erfindungsgemäßen Antennenanordnung mit vorgeschaltetem Netzwerk zur
25 Horizontaldiagramm-Formung;

Figur 2: Diagramm zur Erläuterung des Amplitudenwerts der beiden Ausgangssignale an den Ausgängen des in Figur 1 gezeigten Phasenschiebers;
30

Figur 3: ein Diagramm zur Verdeutlichung der unterschiedlichen Phasenlage der beiden Aus-

gangssignale an den beiden Ausgängen des in Figur 1 gezeigten Phasenschiebers;

5 Figur 4: ein Diagramm zur Verdeutlichung des jeweiligen Amplitudenwertes an den beiden Ausgängen der Hybridschaltung in Figur 1;

10 Figur 5: Ein Diagramm zur Verdeutlichung der Phasenlage der Ausgangssignale an den beiden Ausgängen der Hybridschaltung in Figur 1;

15 Figur 6: verschiedene Horizontaldiagramme, die gemäß der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Figur 1 erzielbar sind, mit den in Figur 4 mit Ziffern bezeichneten Phasenschieberstellungen;

20 Figur 7: weitere Horizontaldiagramme, die mit der erfindungsgemäßen Antennenanordnung gemäß Figur 1 erzielbar sind, mit den in Figur 4 mit Buchstaben bezeichneten Phasenschieberstellungen;

25 Figur 8: ein zu Figur 1 abgewandeltes Ausführungsbeispiel mit einem zusätzlichen Phaseneinstellglied zwischen der Hybridschaltung und dem Antennenarray;

30 Figur 9: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Amplituden der beiden Ausgangssignale am Ausgang der Hybridschaltung in Figur 8;

Figur 10: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Pha-

senlage der beiden Ausgangssignale am Ausgang der Hybridschaltung in Figur 8;

- 5 Figur 11: verschiedene Horizontaldiagramme, die gemäß der erfindungsgemäßen Vorrichtung nach Figur 8 erzielbar sind, mit den in Figur 9 mit Ziffern bezeichneten Phasenschieberstellungen;
- 10 Figur 12: ein zu Figur 1 und Figur 8 nochmals abgewandeltes Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- 15 Figur 13: ein Diagramm zur Darstellung der Amplitudenwerte der Eingangssignale an der Butler-Matrix bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 12;
- 20 Figur 14: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Phasenlage der Eingangssignale an der Butler-Matrix;
- 25 Figur 15: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Ausgangssignale am Ausgang der Butler-Matrix bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 12;
- 30 Figur 16: ein Diagramm zur Verdeutlichung der Phasenlage der Ausgangssignale an der Hybridschaltung bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 12;
- Figur 17: sechs Horizontaldiagramme, die mit einer

Antennenanordnung gemäß Figur 12 erzielbar sind, mit den in Figur 15 mit Ziffern bezeichneten Phasenschieberstellungen;

5 Figur 18: ein nochmals gegenüber Figur 12 abgewandeltes Ausführungsbeispiel mit einer Doppelphasenschieber-Baugruppe;

10 Figur 19: ein weiteres Ausführungsbeispiel zur Verdeutlichung, wie eine Strahlformung vorgenommen werden kann, die sich im Empfangs- und Sendebetrieb unterscheidet; und

15 Figur 20: drei Diagramme zur Verdeutlichung einer Strahlformung für den Sendefall, den Empfangsfall und bezüglich einer überlagerten Darstellung zur Verdeutlichung der Unterschiede für den Sende- und Empfangsfall.

20

In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel in schematischer Ansicht wiedergegeben.

25 Die Antennenanordnung gemäß Figur 1 umfasst dabei einen Reflektor 1, vor welchem zwei Antennensysteme 3.1, 3.2 aufgebaut sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel umfasst dabei die Antennenanordnung zwei Spalten 5, d.h. eine Spalte 5.1 und eine Spalte 5.2, in der jeweils Strahler 13.1 und 13.2 angeordnet sind. Im gezeigten Ausführungsbeispiel können diese Strahler 13.1 und 13.2 beispielsweise aus jeweils fünf übereinander angeordneten und vertikal ausgerichteten Dipolstrahlern bestehen, die im gezeigten Ausführungsbeispiel in beiden Spalten in gleicher

30

Höhe und mit einem vorwählbaren Seitenabstand d angeordnet sind. Dadurch wird eine Antennenanordnung beschrieben, die beispielsweise in einem Frequenzband in einer Polarisationssebene strahlt und empfängt.

5

Die Antennenanordnung wird im gezeigten Ausführungsbeispiel über ein Netzwerk 17 gespeist, welches im gezeigten Ausführungsbeispiel eine Hybridschaltung 19, d.h. im Konkreten einen 90° -Hybrid 19a und eine vorgeschaltete Phasenschieber- oder Phaseneinstellanordnung 21 umfasst, die im gezeigten Ausführungsbeispiel auch aus einem Differenzphasenschieber 21a besteht.

10

Dem Netzwerkeingang 23 wird beispielsweise ein Signal PS_{in} zugeführt. Befindet sich der Phasenschieber in seiner neutralen Mittellage, so liegen an seinen beiden Ausgängen 21' und 21" die Signale PS_{out1} und PS_{out2} in gleicher Phasenlage und in gleicher Intensität vor.

15

Die beiden Phasenschieberausgänge 21' und 21" sind über Leitungen 25' und 25" mit den Eingängen 19' und 19" der Hybridschaltung 19 verbunden. Die Ausgänge 19'a und 19"a der Hybridschaltung 19 sind dann mit den beiden Antenneneingängen 3.1' und 3.2' verbunden.

20

25

Funktion und Wirkungsweise ist dabei derart, dass nunmehr durch Verstellung des Phasenschiebers den beiden Antennensystemen 3.1 und 3.2, d.h. den Strahlern 13.1 und 13.2, die Signale in gleicher Intensität oder in unterschiedlichen Intensitätsanteilen zugeführt werden können, wobei in einer Extremsituation die gesamte Energie nur den Strahlern in einer Spalte zugeführt wird, wohingegen die andere Spalte völlig abgeschaltet ist.

30

Befindet sich der Phasenschieber 21 in seiner neutralen Ausgangsstellung, d.h. in Figur 1 gezeigter Mittelstellung, so sind natürlich die Signale am Ausgang des Phasenschiebers bei gleicher Intensität gleichphasig, so dass
5 auch die Ausgangssignale H_{out1} und H_{out2} ebenfalls gleichphasig bei gleicher Intensität vorliegen.

Wird aber nunmehr der Phasenschieber entsprechend der Pfeildarstellung 27 beispielsweise in die eine oder andere
10 Richtung verstellt, so hat dies zur Folge, dass die Ausgangssignale PS_{out1} und PS_{out2} am Ausgang des Phasenschiebers nunmehr in unterschiedlicher Phasenlage aber in gleicher Intensität vorliegen. Dies wiederum hat durch den Hybridkoppler 19 zur Folge, dass an dessen Ausgang 19'a und 19"a
15 und damit an den Eingängen 3.1' und 3.2' des Antennensystems die Signale nunmehr wieder mit gleicher Phasenlage aber mit unterschiedlichen Amplituden vorliegen. Mit anderen Worten wird eine unterschiedliche Phaseneinstellung am Phasenschieber 21 in eine unterschiedliche Intensitätsaufteilung am Eingang der beiden Spalten der beiden Antennensysteme 3.1, 3.2 konvertiert.
20

Die Möglichkeiten, die sich dadurch eröffnen, werden anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

25 Anhand von Figur 2 ist für die unterschiedlichen Einstellungen des Phasenschiebers gezeigt, dass die relative Intensitätsaufteilung (also die relative Amplitude A) der beiden Ausgangssignale am Phasenschieber für alle Einstellungen gleich bleibt, also PS_{out1} und PS_{out2} stets gleich
30 sind. Dies bedeutet, dass sich das am Eingang des Phasenschiebers 23 eingespeiste Signal 1:1 auf die beiden Ausgänge des Phasenschiebers 21' und 21" aufteilt, jedoch je

nach Stellung des Phasenschiebers 21 eine unterschiedliche Phasenlage aufweist.

Entsprechend der unterschiedlichen Einstellung jedoch am
5 Phasenschieber verändert sich die Phasenlage der Signale PS_{out1} und PS_{out2} gemäß der Darstellung nach Figur 3.

Diese unterschiedliche Phasenlage führt am Ausgang der
Hybridschaltung 19 letztlich zu den Gegebenheiten, wie sie
10 anhand von Figuren 4 und 5 dargestellt sind. Befindet sich der Phasenschieber in seiner neutralen Mittellage (bei der die Ausgangssignale in gleicher Phasenlage vorliegen), so ist die mit der Ziffer 10 gekennzeichnete Situation in Figur 4 wiedergegeben. D.h. die Ausgangssignale an der
15 Hybridschaltung 19 liegen wiederum in gleicher Intensität und gleicher Phasenlage vor.

Wird aber nunmehr eine Verstellung am Phasenschieber aus seiner neutralen Mittellage heraus vorgenommen, so nimmt
20 beispielsweise die Intensität des Ausgangssignales H_{out1} am einen Ausgang 19'a der Hybridschaltung 19 ab, wohingegen das andere Ausgangssignal H_{out2} am anderen Ausgang der Hybridschaltung 19 zunimmt. Die in Figur 4 gezeigten Intensitätsveränderungen und Verläufe liegen dabei auf einem
25 Ausschnitt einer Sinus- bzw. einer Kosinuskurve. Durch kontinuierliche Weiterverstellung kann dabei das Signal beispielsweise von der mit der Position 10 gekennzeichneten Position über die mit der Ziffer 7 gekennzeichnete Position, dann die mit der Ziffer 4 gekennzeichnete Position
30 bis zu der mit der Ziffer 1 gekennzeichnete Position verstellt werden, bei der das Signal H_{out2} den Wert 0 und am anderen Ausgang das Signal H_{out1} den maximalen oder 100%en Wert einnimmt. Dabei ist während der Verstellung von der

Position mit der Ziffer 10 bis zur Position mit der Ziffer 1 stets gewährleistet, dass die Ausgangssignale an der Hybridschaltung und damit die Eingangssignale am Antennenarray gleichphasig vorliegen.

5

Durch die erwähnten Schritte lassen sich beispielsweise die anhand von Figur 6.1, 6.4, 6.7 und 6.10 wiedergegebenen Horizontaldiagramme an der Antenneneinstellung realisieren. Dabei sind in den Zeichnungen nur die relativen
10 Veränderungen der Horizontalbreite der Diagramme wiedergeben. Beliebige Zwischenpositionen sind durch die anderen Einstellmöglichkeiten des Phasenschiebers ebenso möglich und nur der Einfachheit halber nicht im Einzelnen dargestellt.

15

Nunmehr kann aber die Phasenschiebereinstellung noch weiter verändert werden, nämlich in Figur 4 zu den Einstellwerten auf der linken Hälfte des Diagramms mit der Folge, dass hier ein Phasensprung von 180° auftritt (Figur 5).
20 Mit anderen Worten sind die Ausgangssignale am Ausgang der Hybridschaltung 19 nunmehr nicht mehr gleichphasig, sondern weisen eine 180° Phasenverschiebung zueinander auf. Wird der Phasenschieber nunmehr beispielsweise in die Position F, in die Position D oder in die Position A ver-
25 stellt, so ergeben sich die Einstellwerte, wie diese anhand der Figuren 7.A, 7.D bzw. 7.F wiedergegeben sind. Auch hierdurch zeigt sich, dass durch extreme Variabilität mit einfachsten Mitteln eine an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Horizontaldiagramm-Formung vorgenommen
30 werden kann.

Das System kann aber noch mit weiteren Veränderungs- und Einstellmöglichkeiten versehen werden.

Anhand von Figur 8 ist eine im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 vom Grundsatz her entsprechende Antennenanordnung mit einem vergleichbaren Netzwerk 17 gezeigt. In diesem Fall umfasst das Netzwerk 17 aber auch noch eine Phaseneinstelleinrichtung 31, die im gezeigten Ausführungsbeispiel zwischen dem einen Ausgang 19'a des Hybridkopplers 19 und dem zugeordneten Eingang 3.1' des Antennensystems 3 angeordnet ist.

10 Aus der Erläuterung des vorhergehenden Ausführungsbeispiels ist ersichtlich, dass das Ausgangssignal H_{out1} und H_{out2} grundsätzlich gleichphasig oder mit einer Phasenverschiebung von 180° vorliegt und dass durch unterschiedliche Einstellung der Phasenschieber letztlich die Signalintensitäten unterschiedlich eingestellt werden können.

15 Durch die Schaltung gemäß Figur 8 ergibt sich nunmehr noch die Möglichkeit, dass eine zusätzliche relative Phasenverschiebung zwischen den den beiden Antennenspalten 5 zugeführten Signalen H_{out1} und H_{out2} vorgenommen werden kann.

20 Durch dieses Phasenschieberelement 31 kann beispielsweise eine Phasenverzögerung erzeugt werden, mit der Folge, dass dann beispielsweise gemäß den Ausgangssignalen H_{out1} und H_{out2} am Hybridkoppler 19 entsprechend den Diagrammen nach Figuren 9 und 10 (die vom Prinzip her den Diagrammen nach

25 Figur 4 und 5 entsprechen) Horizontaldiagramme erzeugt werden können, wie sie anhand der Figuren 11.1 bis 11.6 entsprechend den unterschiedlichen Phasenschiebereinstellungen erzeugt werden können, wie diese anhand der Ziffern "1" bis "7" in Figur 9 wiedergeben sind. Die Horizontal-

30 diagramme gemäß den Figuren 11.1 bis 11.6 lassen sich dann erzielen, wenn die zusätzliche Phasenverschiebung in dem Phaseneinstellelement 31 90° beträgt. Werden andere Einstellwerte für die Phasenverschiebung in dem Phasenein-

stellelement 31 eingestellt, so lässt sich eine weitere Horizontaldiagramm-Formung vornehmen. Im einfachsten Fall kann dieses Phaseneinstellelement 31 aus einem zusätzlichen Leitungsstück bestehen.

5

Anhand von Figur 12 ist nunmehr eine weitere Ausweitung eines Antennensystems 3 mit einem vierspaltigen Antennenarray beschrieben. Auch hier erfolgt die Horizontaldiagramm-Formung unter Verwendung lediglich eines einzigen Phasenschiebers 21, wobei nunmehr die am Ausgang 21' und 21" anstehenden Signale PS_{out1} und PS_{out2} über eine nachgeschaltete Verzweigung oder Summierungsstelle 35' bzw. 35" auf insgesamt vier Signale H_{in} aufgeteilt werden, so dass den beiden ersten Eingängen A, B das vom einen Phasenschieberausgang kommende Signal mit gleicher Phasenlage und entsprechend gleich aufgeteilter Leistung und den beiden anderen Eingänge C und D die von dem anderen Phasenschieberausgang kommenden Signale mit entsprechend gleicher Phasenlage und entsprechend aufgeteilter gleicher Energie zugeführt wird. Die vier Eingänge A bis D stellen in dieser Ausführungsform die Eingänge einer Butler-Matrix 119 dar, die vom Grundsatz her aus vier Hybridschaltungen 19 besteht, nämlich jeweils zwei Hybridschaltungen in zwei hintereinander angeordneten Stufen, bei der jeweils ein Ausgang einer vorgelagerten Hybridschaltung mit dem Eingang einer nachfolgenden Hybridschaltung in der gleichen Spalte und der jeweils andere Ausgang einer vorgelagerten Hybridschaltung mit dem Eingang der zweiten Hybridschaltung in der zweiten nachgeordneten Stufe verbunden ist.

Die vier Ausgänge I, II, III und IV der die Hybridschaltung umfassenden Butler-Matrix 119 sind dann mit den vier

entsprechenden Eingängen des Antennensystems 3 verbunden, die zu den Strahlern 13.1, 13.2, 13.3 und 13.4 in den vier Spalten 5.1, 5.2, 5.3, 5.4 führen und diese Strahlerelemente speisen.

5

Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist zur Vereinfachung wieder davon ausgegangen worden, dass alle Strahlerelemente 13 in einer vertikalen Polarisationssebene strahlen.

10 Durch unterschiedliche Einstellung des Phasenschiebers 21 lassen sich nunmehr entsprechend der Darstellung gemäß Figur 14 an den Eingängen der Butler-Matrix 119 die gleichphasigen Signale H_{inA} und H_{inB} sowie die beiden bezüglich der Phase davon abweichenden zueinander ebenfalls
15 gleichphasigen Signale H_{inC} und H_{inD} erzeugen. Alle vier Signale weisen dabei die gleiche Intensität auf, wie dies in Figur 13 dargestellt ist.

Entsprechend den Phaseneinstellungen lassen sich dann
20 wiederum insgesamt gleichphasige Signale H_{out} an den Ausgängen I bis IV und damit an den entsprechenden Spalteneingängen des Antennenarrays erzeugen, die gleichphasig sind oder einen 180° Phasensprung aufweisen, die aber wiederum unterschiedliche Intensitäten zueinander auf-
25 weisen, wie dies nunmehr anhand der Figuren 15 und 16 dargestellt ist.

In Figur 15 ist nunmehr für die unterschiedlichen Phasenschiebereinstellungen zwischen 90° bis 180° der Eingangssignale H_{inA} bzw. H_{inB} die verschiedene Intensitätsverteilung der Ausgangssignale H_{out} wiedergegeben, nämlich der Signale H_{out1} , H_{out2} , H_{out3} und H_{out4} , wie sie an den vier Ausgängen I bis IV der Butler-Matrix und damit an den Eingängen der

30

Antennenspalten anliegen. In Figur 16 sind dabei die Phasenlagen der Signale wiedergeben. Entsprechend den Positionen, wie sie als Ziffern "1 bis 6" in Figur 15 gekennzeichnet sind, lassen sich dann die Horizontaldiagramme gemäß den Figuren 17.1 bis 17.6 realisieren.

Auch daraus ergibt sich, dass mit extremer Variabilität unterschiedlichste Horizontaldiagramme eingestellt werden können, die vielfache Anpassungsmöglichkeiten erlauben.

Auch beim zuletzt genannten Ausführungsbeispiel kann noch eine zusätzliche Phaseneinstellung oder Phasenverstellung an den unterschiedlichen Antenneneingängen I bis IV vorgesehen sein, um noch eine weitere Diagrammveränderung bzw. Diagrammformung vornehmen zu können.

Anhand von Figur 18 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel zu der Diagrammformung gezeigt, wobei in Abweichung zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 12 anstelle des in Figur 12 gezeigten Differenzphasenschiebers 21 mit anschließender Leistungsteilung gleich ein Mehrfachdifferenz-Phasenschieber 121 verwendet wird, wie er grundsätzlich aus der WO 01/13459 A1 bekannt ist. Ein derartiger auch als Doppelphasenschieber 121 bezeichneter Phasenschieber hat dann vier Ausgänge, wobei an dem ersten Paar von Ausgängen abweichend zu dem zweiten Paar von Ausgängen eine unterschiedliche Phasenlage erzeugbar ist. Darüber hinaus kann ein derartiger Mehrfachphasenschieber auch eine integrierte Leistungsaufteilung mit umfassen, wie auch dies grundsätzlich aus der WO 01/13459 A1 bekannt ist. Somit lassen sich also durch die unterschiedliche Leistungsaufteilung und/oder die unterschiedliche Volumenlänge der unterschiedlichen Phasenverschiebung unter Verwendung eines

derartigen Mehrfachphasenschiebers die Eingangssignale des Hybrid-Netzwerkes entsprechend unterschiedlich einstellen.

5 Anstelle eines derartigen erläuterten Mehrfachphasenschiebers können auch mehrere Einzelphasenschieber verwendet werden, die beispielsweise über ein Übersetzungsgetriebe miteinander verbunden sind. Dadurch lässt sich beispielsweise wunschgemäß eine 1:2 oder beispielsweise auch eine 1:3 Übersetzung erzeugen, so dass nur eine Einstellung
10 vorgenommen werden muss, um an den Ausgängen der mehreren Phasenschieber dann von Hause aus unterschiedliche Phasenlagen zu erzeugen.

Eine weitere Vielzahl verschiedener Diagramme kann durch
15 Vertauschen der Verbindung zwischen den Ausgängen des Netzwerkes I bis IV und den Eingängen 13.1 bis 13.4 der Antenne 3 erzielt werden.

Nachfolgend wird auf Figur 19 Bezug genommen. Figur 19
20 beschreibt ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem zwei unterschiedliche Diagrammformungen mit einer Antenne z.B. für den Sendefall und dem Empfangsfall erzeugt werden.

In diesem Ausführungsbeispiel umfasst das der Antenne 3
25 vorgelagerte Netzwerk 17 einen Duplexfilter 41, dessen Eingang 41a mit dem Eingang 23 des Netzwerkes in Verbindung steht. Der Duplex-Filter weist zudem zwei Ausgänge 41b und 41c auf, die jeweils mit einem Empfangsnetzwerk 43 (RX Network) und einem Sendenetzwerk 45 (TX Network) über
30 je eine Leitung in Verbindung stehen. Dabei kann zwischen dem Ausgang 41c des Duplex-Filters 41 und dem Eingang 45c des Sendenetzwerkes 45 ein Sendeverstärker 46 angeordnet sein.

- Im gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Sendenetzwerk 45 vier Ausgänge 45.1 bis 45.4 auf, die mit vier Eingängen eines Duplex-Filters 47 in Verbindung stehen. Im anderen Zweig steht das Duplex-Filter 47 ebenfalls über vier Ausgängen mit entsprechenden vier Eingängen 43.1 bis 43.4 des Sendenetzwerkes 43 in Verbindung, wobei zwischen dem Ausgang 43a des Sendenetzwerkes 43 und dem entsprechenden Eingang 41b des Duplex-Filters 41 wiederum ein Empfangsverstärker 48 geschaltet sein kann.
- Die vier Antenneneingänge 13.1 bis 13.4 sind über vier Leitungen mit den Eingangs-/Ausgangs-Anschlüssen 47.1 bis 47.4 verbunden.
- Durch diese Anordnung lässt sich also ein unterschiedliches Horizontaldiagramm für den Empfangs- und den Sendebetrieb erzeugen, wie dies anhand der Figuren 20.1 bis 20.3 gezeigt ist.
- Im Sendefall (TX Fall) wird z.B. mit einem Azimutwinkel von 0° (0° -Richtung) eine Reduzierung der Leistungsdichte erzeugt. Dies würde bei einem Handy, das sich in dieser Richtung befindet, zu einer Erhöhung der Sendeleistung führen, da die Basisstation bei einem gleichen Empfangsdiagramm (RX-Diagramm) in dieser Richtung ebenfalls ein schwächeres Signal empfangen würde und dem Handy mitteilt, die Sendeleistung hoch zu regeln.
- Dies kann jedoch durch die erläuterte erfindungsgemäße Schaltung dadurch vermieden werden, dass ein zweites Diagramm für den Empfangsfall (auch RX Fall) verwendet wird, welches eine hohe Empfindlichkeit aufweist. In Figur 20.1 ist beispielsweise das Horizontaldiagramm in Sendebetrieb

(TX Muster) wiedergegeben, mit der verringerten Sendeleistung bei dem Azimutwinkel 0° . Es wird hier eine zur 0° Ebene symmetrische Diagrammdarstellung erzeugt, die zwei Hauptkeulen aufweist, die zur gemeinsamen vertikalen Mittelebene ($= 0^\circ$ Azimutwinkel) nach außen ausgerichtet verlaufen. In Figur 20.2 ist beispielsweise das Empfangsdiagramm wiedergegeben. In Figur 20.3 ist schließlich das aus den Figuren 20.1 und 20.2 ersichtliche überlappte Diagramm gemeinsam eingezeichnet, woraus sich ergibt, dass beide Diagramme in den Hauptrichtungen überlappen, dass aber wunschgemäß in einer möglicherweise kritischen Zone, die in Figur 20.1 eingezeichnet ist, die Sendeleistung bei gleichwohl optimaler Empfangsleistung niedriger eingestellt ist.

345 P 382

5

Patentansprüche:

1. Antennenanordnung mit den folgenden Merkmalen:

10

- es sind zumindest zwei Strahlersysteme (3.1, 3.2) vorgesehen, die jeweils zumindest ein Strahler-
element (13; 13.1, 13.2) umfassen, die zumindest
in Horizontalrichtung versetzt zueinander angeord-
net sind,

15

- die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2)
strahlen zumindest in einer gemeinsamen Polaris-
ationsebene,

20

- es ist ein Netzwerk (17) vorgesehen, worüber den
zumindest beiden Strahlersystemen (3.1, 3.2) ein
Signal (A_{in1} , A_{in2}) mit unterschiedlich einstell-
barer oder mit relativ zueinander verstellbarer
Intensität oder Amplitude und vorzugsweise mit
unterschiedlicher Phasenlage zuführbar ist,

25

gekennzeichnet durch die folgenden weiteren Merk-
male:

30

- das Netzwerk (17) umfasst eine Phasenschieber-
oder Phasenverstelleinrichtung (21, 121), worüber
ein zugeführtes Eingangssignal (P_{sin}) mit gleicher
Intensität aber unterschiedlicher Phasenlage rela-
tiv zueinander auf zwei Ausgangssignale (PS_{out1} ;
 PS_{out2}) aufteilbar ist, und dass ferner noch eine
Hybridschaltung (19, 119) vorgesehen ist, worüber
die Ausgangssignale (PS_{out1} , PS_{out2}) in Hybridaus-

gangssignale (H_{out1} , H_{out2}) wandelbar sind, die eine relativ fest vorgegebene Phasenlage zueinander aufweisen und deren Amplitude in Abhängigkeit der unterschiedlichen Phasenlagen in der Phaseneinstelleinrichtung (21, 121) voneinander differieren.

2. Antennenanordnung mit den folgenden Merkmalen:

- 10 - es sind zumindest zwei Strahlersysteme (3.1, 3.2) vorgesehen, die jeweils zumindest ein Strahlerelement (13; 13.1, 13.2) umfassen, die zumindest in Horizontalrichtung versetzt zueinander angeordnet sind,
- 15 - die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) strahlen zumindest in einer gemeinsamen Polarisationsebene,
- es ist ein Netzwerk (17) vorgesehen, worüber den zumindest beiden Strahlersystemen (3.1, 3.2) ein
- 20 Signal (A_{in1} , A_{in2}) mit unterschiedlich einstellbarer oder mit relativ zueinander verstellbarer Intensität oder Amplitude und vorzugsweise mit unterschiedlicher Phasenlage zuführbar ist,
- gekennzeichnet durch** die folgenden weiteren Merkmale:
- 25 - das zumindest eine Netzwerk (17) ist so aufgebaut, dass beim Empfang von Signalen eine andere Strahlformung erzeugt wird als beim Senden von Signalen.
- 30 3. Antennenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hybrid-Ausgangssignale (H_{out1} , H_{out2}) die gleiche Phasenlage aufweisen oder einen Phasensprung von 180° .

4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen zumindest einem Ausgang (19'a) der Hybridschaltung (19) und zumindest einem Eingang (I) des Antennensystems (3) ein zusätzliches, die Phasenlage veränderndes Phaseneinstellglied (31) vorgesehen ist.
- 5
5. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Phaseneinstellglied (21) aus einem Differenzphasenschieber (21') besteht.
- 10
6. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zumindest beiden Antennensysteme (3.1, 3.2) Antennenelemente (13.1, 13.2) umfassen, die mit horizontalem Seitenversatz zueinander angeordnet sind.
- 15
7. Antennenanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Antennenspalten (5.1, 5.2) vorgesehen sind, wobei in einer Spalte die Strahlerelemente (13.1) des einen Antennensystems (3.1) und in der anderen Spalte (5.2) die Strahlerelemente (13.2) des weiteren Antennensystems (3.2) vorgesehen sind.
- 20
8. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Hybridschaltung (19) aus einem 90°-Hybrid (19') besteht.
- 25
9. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest vier Hybridschaltungen (19) vorgesehen sind, die zu einer Butler-Matrix (119) zusammengefasst sind, worüber ein vierspaltiges Antennenarray speisbar ist, wobei ein dem Eingang der
- 30

Phasenschiebereinrichtung (21) zuführbares Speisesignal (PS_{in}) auf zwei Phasenausgangssignale (PS_{out1} , PS_{out2}) aufteilbar ist, und dass über eine jeweils nachgeordnete Verzweigungs- oder Summierstelle (35', 35'') jeder Ausgang (21', 21'') der Phaseneinrichtung (21) mit zwei Eingängen (A, B, C, D) der Butler-Matrix (119) verbunden ist.

10. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest vier Hybridschaltungen (19) vorgesehen sind, die zu einer Butler-Matrix (119) zusammengefasst sind, worüber ein vierspaltiges Antennenarray speisbar ist, wobei eine Doppel- oder Mehrfach-Phasenschieber-Anordnung vorgesehen ist, so dass das dem Eingang (23) des Netzwerkes (17) und damit der Phasenschiebereinstellungs-Einrichtung (121) zuführbare Speisesignal (PS_{in}) in vier Phasenschieberausgangssignale teilbar ist, die den vier Eingängen (A, B, C, D) der Butler-Matrix (119) zuführbar sind.

11. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in einer Spalte (5) angeordneten Strahlerelemente (3.1) so justiert sind, dass deren Hauptkeulen parallel zueinander ausgerichtet sind, und dass gegebenenfalls in Horizontalrichtung versetzt zueinander vorgesehene Strahlerelemente (3.1) so justiert sind, dass deren Hauptkeulen parallel oder nicht-parallel verlaufend angeordnet sind.

12. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahlerelemente (3.1, 3.2) vorzugsweise auch vor einer gemeinsamen Reflektoranordnung (1) angeordnet sind.

13. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Antennenanordnung Strahlerelemente (3.1, 3.2) umfasst, die in einer Polarisationsstrahlen.

5

14. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Strahlerelemente (3.1, 3.2) vorgesehen sind, die zum Teil in einer Polarisation und zum Teil in einer zweiten, zur ersten Polarisation senkrechten Polarisationssebene strahlen.

10

15. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dualpolarisierten Antennenstrahler in $+45^\circ$ bzw. -45° -Ausrichtung gegenüber der Horizontalen ausgerichtet sind.

15

16. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass Antennenstrahler (3.1, 3.2) vorgesehen sind, die nur in einem Frequenzband strahlen.

20

17. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Antennenstrahler (3.1, 3.2) vorgesehen sind, die in zumindest zwei Frequenzbändern, vorzugsweise in zumindest zwei Polarisationssebenen strahlen.

25

18. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleitungen zwischen den Ausgängen (I, II, III, IV) der Hybridschaltung (119) und den Eingängen (13.1, 13.2, 13.3, 13.4) der Antennenanordnung zur Erzielung unterschiedlicher Horizontaldiagramme vertauschbar sind.

30

19. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verbindungsleitung zwischen den Ausgängen (I, II, III, IV) des Netzwerkes (119) vorzugsweise in Form einer Hybridschaltung und den Eingängen (13.1, 13.2, 13.3, 13.4) der Antennenanordnung
5 zumindest teilweise unterschiedlich lang sind.
20. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Netzwerk (17) einen
10 Empfangs- und einen Sendezweig mit zumindest einem Empfangsnetzwerk (43) und einem Sendenetzwerk (45) umfasst, worüber unterschiedliche Horizontalrichtdiagramme für den Sende- und Empfangsfall erzeugbar sind.
21. Antennenanordnung nach Anspruch 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Empfangszweig und/oder im Sendezweig ein
15 Empfangsverstärker (48) bzw. ein Sendeverstärker (46) vorgesehen sind.
22. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Strahlformung variabel
20 einstellbar ist.
23. Verfahren zum Betrieb einer Antennenanordnung insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 22, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:
- 25 - ein Eingangssignal ist über eine Phaseneinstelleinrichtung oder eine Phasenschieberverstelleinrichtung (21, 121) und ein nachfolgendes Netzwerk
30 (17) so veränderbar, dass das Signal am Ausgang des Netzwerkes (17) und damit an den zumindest beiden Eingängen (3.1, 3.2) mit gleicher oder unterschiedlicher Phase, vorzugsweise eine 180°-Pha-

senverschiebung vorliegt, derart, dass hierüber Horizontal-Strahlungsdiagramme erzeugbar sind, nämlich

- (a) die unsymmetrisch sind, und/oder
- 5 (b) die symmetrisch sind und zumindest zwei Hauptkeulen umfassen, die bevorzugt symmetrisch zu einer senkrecht zur Reflektorebene stehenden Vertikalebene liegen, und/oder
- 10 (c) die zumindest drei Hauptkeulen oder eine ungerade Anzahl von Hauptkeulen aufweisen, deren maximale Intensität sich um weniger als 50% voneinander unterscheiden.

15 24. Verfahren zum Betrieb einer Antennenanordnung insbesondere nach einem der Ansprüche 1 bis 23, **gekennzeichnet durch** die folgenden Merkmale:

- es wird eine Antennenanordnung mit zumindest zwei Strahlersystemen (3.1, 3.2) verwendet, die zumindest
- 20 -dest jeweils ein Strahlerelement (13.1, 13.2) umfassen,
- die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) strahlen zumindest in einer gemeinsamen Polarisationsebene, und
- 25 - mittels eines vorgesehenen Netzwerkes wird für den Empfang von Signalen eine andere Strahlformung oder ein anderes Horizontaldiagramm erzeugt als für den Sendefall.

30 25. Verfahren nach Anspruch 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Sendebetrieb ein Horizontaldiagramm erzeugt wird, welches sich mit dem für den Empfangsbetrieb erzeugten Horizontaldiagramm überlappt, wobei das für den Sende-

betrieb erzeugte Horizontaldiagramm einen Flächenbereich mit geringerer Leistungsdichte aufweist.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Netzwerk (17) mit einem Empfangsnetzwerk (43) und einem Sendenetzwerk (45) verwendet wird, worüber ein Horizontaldiagramm einstellbar ist, welches über den Sende- und den Empfangsbetrieb unterschiedlich ist.

10

27. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest vor einem Eingang (13.1 bis 13.4) das der Antenne zugeführte Signal einer zusätzlichen Phasenverschiebung unterzogen wird.

15

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest vier Hybridschaltungen (19) verwendet werden und hierüber ein vierspaltiges Antennenarray gespeist wird.

20

29. Verfahren nach Anspruch 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass an den beiden Ausgängen einer Phasenschiebereinstelleinrichtung (21) jeweils zwei Phasenschieberausgangssignale (PS_{out1} , PS_{out2}) abgegriffen werden, und dass die so erzeugten vier Signale den vier Eingängen (A, B, C, D) einer Butler-Matrix (119) zugeführt werden.

25

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 23 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Doppel-Phasenschieber-Anordnung (121) verwendet wird, an deren vier Ausgängen vier Ausgangssignale erzeugbar sind, die den vier Eingängen (A, B, C, D) einer Butler-Matrix (119) zugeführt werden.

30

345 P 382

- 5 Antennenanordnung sowie Verfahren insbesondere zu deren Betrieb
-

10 **Zusammenfassung:**

Eine verbesserte Antennenanordnung zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- 15 - es sind zumindest zwei Strahlersysteme (3.1, 3.2) vorgesehen, die jeweils zumindest ein Strahlerelement (13; 13.1, 13.2) umfassen, die zumindest in Horizontalrichtung versetzt zueinander angeordnet sind,
- 20 - die zumindest beiden Strahlersysteme (3.1, 3.2) strahlen zumindest in einer gemeinsamen Polarisationsebene,
- es ist ein Netzwerk (17) vorgesehen, worüber den zumindest beiden Strahlersystemen (3.1, 3.2) ein
- 25 Signal (A_{in1} , A_{in2}) mit unterschiedlich einstellbarer oder mit relativ zueinander verstellbarer Intensität oder Amplitude und vorzugsweise mit unterschiedlicher Phasenlage zuführbar ist,

30 (Figur 1)